

Предлагаемое изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к оборудованию для аэроводного выращивания растений.

Известно устройство для выращивания растений аэроводным способом [1, 2]. Это устройство содержит регулятор верхнего уровня с датчиком верхнего уровня, выполненным в виде реле уровня, и подключенным к управляющему входу коммутатора. Особенностью этого устройства является то, что коммутатор подключен к обмотке привода насоса, подающего питательный раствор в трубный модуль устройства. Второй особенностью этого устройства является наличие вегетационных сосудов, выполненных в виде патрубков, вертикально отходящих от труб, соединенных между собой коллектором и образующих трубный модуль, открытой емкости для питательного раствора, приемной камеры, П-образной питающей магистрали с насосом, магистрали слива питательного раствора с насосом, аварийного трубопровода с управляемым гидравлическим вентилем, средства для аэрации питательного раствора, держателей растений о патрубках трубного модуля.

Недостатком этого устройства является ограниченная область его применения. Это устройство не обеспечивает выращивание корнеплодов, т.к. корнеплоды под воздействием напора жидкости питательного раствора либо отрываются от корневых систем растений, либо сами корнеплоды перекрывают путь подачи питательного раствора к последующим патрубкам. Кроме того это устройство предназначено для применения его в тепличных хозяйствах и непригодно для применения в жилых (служебных) помещениях, по причинам некомпактности или чрезмерно больших испарений, значительно влияющих как на микроклимат внутри помещения (повышение влажности), так и на санитарные нормы воздуха (вследствие испарений химических веществ из питательного раствора). Устройство некомпактно, т.к. его вегетационные сосуды, приемная камера и емкость для питательного раствора разнесены между собой на расстояния. Такое техническое решение требует горизонтального перемещения раствора к вегетационным сосудам, перекачивания раствора из приемной камеры в емкость для питательного раствора, на что затрачивается энергия. Кроме того емкость для питательного раствора негерметична, вследствие чего из нее выносятся пары питательного раствора, содержащие вредные химические вещества. При этом количество выносимых паров имеет прямо пропорциональную зависимость от площади испарения. Указанные недостатки не позволяют применить это техническое решение для использования в жилых (служебных) помещениях, в которых имеется дефицит площади, пригодной для выращивания растений, например от 0,1 до 0,6 кв.м на подоконниках.

Из известных устройств для выращивания растений наиболее близким по технической сущности является устройство для выращивания растений, содержащее компрессор с коммутатором управления, регулятор верхнего уровня с датчиком, подключенным к управляющему входу коммутатора управления компрессором блока автоматики, трубку нагнетания и дренажа воздуха, подключенную к выходной полости компрессора и входной полости дренажного вентиля, вегетационную ванну. П-образный короб, установленный на дне вегетационной ванны и удерживаемый фиксаторами, закрепленными на боковых стенках вегетационной ванны, опоры для установки плавучей пенопластовой панели, в которой выполнены отверстия, а рядом с отверстиями вмонтированы держатели в виде крючков из легированной стали для размещения посадочного материала увеличенного размера (клубней, луковиц, корневищ и другого посадочного материала) При этом торец грубки нагнетания и дренажа воздуха введен под П-образный короб в его верхнюю часть [3]

Устройство работает следующим образом Компрессор нагнетает воздух под П-образный короб. Раствор из-под него выдавливается по зазорам у дна и стенок ванны в верхнюю часть По достижении заданного верхнего уровня регулятор через блок автоматики дает команду на выключение компрессора, воздух из-под короба стравливается через дренажный вентиль и уровень раствора в верхней части ванны падает. Когда весь раствор сольется под короб и давление воздуха под ним станет близким к атмосферному, блок автоматики выдает команду на включение компрессора. Цикл повторяется

Это устройство компактно, т. к. выращиваемые растения и ванна с питательным раствором совмещены в одной площади, однако имеет следующие недостатки:

Область применения устройства заведомо ограничена т. к. его применяют только для выращивания растений из клубней, луковиц, корневищ и другого посадочного материала увеличенного размера.

2 Устройство имеет открытую вегетационную ванну в которую залит питательный раствор, а следовательно по всей площади ванны происходит процесс поверхностного испарения раствора, содержащего вредные химические вещества, что не позволяет применить такое техническое решение для использования в жилых (служебных) помещениях

3 Устройство не обеспечивает аэрации питательного раствора.

4 Устройство не обеспечивает стабильную и регулируемую по времени выдержку растений в режимах питания и аэрации корневой системы растений, при этом:

4.1 Как указано в описании устройства, регулирования интервалов времени выдержки растений в питательном растворе не существует.

4.2 Время аэрации корневой системы складывается из двух интервалов времени:

$$t_d = t_d + t_{зв} \quad (1)$$

где  $t_d$  - время дренажа воздуха из под короба;

$t_{зв}$  - время подъема питательного раствора до заданного верхнего уровня.

Время  $t_d$  можно относительно стабилизировать за счёт применения необходимых сечений дренажного вентиля и трубопровода, а стабилизация времени  $t_{зв}$  требует специальных технических решений, которые вытекают из уравнения состояния идеального газа при изотермическим процессе.

$$P \cdot V = \text{const} = P \cdot N_k \cdot t_{зв} \quad (2)$$

где  $P$  - избыточное давление под коробом, необходимое для поднятия раствора до заданного верхнего

уровня

$V$  - объем воздуха под коробом при достижении раствором заданного верхнего уровня;

$N_k$  - производительность компрессора, откуда:

$$t_{\text{зв}} = \frac{V}{N_k} = \text{const} \quad (3)$$

Для соблюдения требования уравнения (3) необходимо чтобы  $V$  имело постоянное значение ( $N_k$  имеет постоянное значение и определяется конструкцией компрессора). Однако при изменении уровня (количества) питательного раствора в вегетационной ванне значение  $V$  меняется и может увеличиваться в несколько раз по мере выноса из ванны питательного раствора, что значительно увеличивает значение  $t_{\text{зв}}$  и является существенным недостатком устройства т. к. способ аэроводного выращивания растений [4] требует определенных соотношений временных интервалов питания и аэрации корневой системы растений. Кроме того, временные интервалы питания и аэрации корневой системы растений были определены опорами [2] исходя не из физиологических особенностей развития растений, а исходя из технических проблем реализации устройства. Продолжительность и соотношение временных интервалов питания и аэрации корневой системы для различных видов растений не исследованы, что ограничивает развитие аэроводного способа с точки зрения получения наилучшего развития растений и других результатов.

Основной задачей изобретения является расширение области применения устройства, а именно расширение как номенклатуры выращиваемых растений, так и обеспечение возможности применения различного посадочного материала. Решением основной задачи позволило также применять устройство в различных помещениях и сооружениях, применять для выращивания растений биогумусные растворы, снизить энергопотребление устройства, повысить его электробезопасность, устранить развитие в питательном растворе водорослей, поддерживать стабильный химический состав питательного раствора, автоматически возобновлять работу устройства в аварийных ситуациях, связанных с временным исчезновением питающей электроэнергии.

Решение поставленной основной задачи позволит получить универсальное устройство для выращивания растений аэроводным способом, при помощи которого можно выращивать практически любые виды растений, применять различный посадочный материал, быстро перенастраивать устройство при смене видов выращиваемых культур, использовать устройство для селекционных, опытных и научно-исследовательских работ по выращиванию растений.

Решение поставленной основной задачи подразделяется на решение следующих отдельных задач, только при совокупности решения которых достигается общий технический результат:

1. Обеспечить плавное поднятие и опускание питательного раствора, обводняющего корневую систему растений, устранить потоки раствора, которые повреждают корневую систему растений или отрывают от нее корнеплоды.

2. Обеспечить стабильные и мобильно перестраиваемые режимы питания и аэрации корневой системы растений в широком интервале времени (для различных видов культур и внешних факторов).

3. Обеспечить расстановку (переустановку) растений на требуемые между ними расстояния в процессе их выращивания (обеспечить густоту выращивания растений).

4. Обеспечить имитацию "окучивания" растений (для некоторых корнеплодов) или регулирование уровня питательного раствора (полное или частичное обводнение корневой системы растений).

5. Обеспечить аэрацию питательного раствора для насыщения его кислородом, обеспечить возможность отключения аэрации раствора в необходимых случаях.

6. Обеспечить, возможность фиксирования как корневых систем, так и различного посадочного материала относительно заданного верхнего уровня питательного раствора.

Решение поставленной основной задачи достигается тем, что устройство, содержащее горизонтально расположенный баллон с отверстиями в верхней его части и дренажным отверстием, сообщенным через трубопровод с входной полостью дренажного вентиля, компрессор с коммутатором управления, регулятор верхнего уровня с датчиком, подключенным к управляющему входу коммутатора управления компрессором, и трубку нагнетания воздуха, подключенную к выходной полости компрессора, согласно изобретению устройство дополнительно содержит вегетационные сосуды, каждый из которых выполнен в виде полого, ступенчато расширяющегося вверх цилиндра, установленные в отверстия вегетационного баллона, а отверстия снабжены герметизирующими узлами, посредством которых в них установлены вегетационные сосуды, трубку для регулирования верхнего уровня, торцы которых находятся у дна баллона, и трубка нагнетания воздуха, установленная с возможностью перемещения ее вдоль своей оси. Свободные отверстия вегетационного баллона снабжены пробками, а регулятор верхнего уровня установлен на верхней части трубки для регулирования верхнего уровня с возможностью его свободного перемещения по трубке с фиксацией в произвольной точке. В устройство дополнительно введен узел управления режимами питания растений, содержащий таймер питания корневой системы, таймер аэрации корневой системы, выход цепи запуска которого подключен к входу цепи запуска таймера питания корневой системы, выход цепи запуска которого подключен к входу цепи запуска таймера аэрации корневой системы, исполнительные выходы таймеров питания и аэрации корневой системы объединены и подключены к управляющему входу коммутатора питания корневой системы и к управляющему входу коммутатора аэрации корневой системы, выход которого подключен к обмотке управления дренажного вентиля, выход коммутатора питания корневой системы подключен к входу схемы регулирования производительности компрессора, управляющий вход которой выведен для регулирования потребителем, а выход подключен ко входу коммутатора управления компрессором, входы коммутаторов питания и аэрации корневой системы подключены к положительному полюсу низковольтного блока питания, вторые выводы обмотки привода компрессора и дренажного вентиля подключены к отрицательному полюсу низковольтного

блока питания, цепи таймеров питания и аэрации корневой системы подключены к соответствующим полюсам низковольтного блока питания.

При этом датчик регулятора верхнего уровня выполнен в виде электрического магнитоуправляемого контакта, а внутри трубки для регулирования верхнего уровня установлен поплавков со встроенным постоянным магнитом, причем трубка выполнена из прозрачного для магнитного поля материала. Кроме того, устройство снабжено линейкой со шкалой количества питательного раствора в вегетационном баллоне, поперечные размеры которой меньше внутреннего диаметра трубки для регулирования верхнего уровня. Кроме того, управляющий вход схемы регулирования производительности компрессора снабжен шкалой количества питательного раствора в вегетационном баллоне. При этом выходная полость дренажного вентиля подключена к трубопроводу, выход которого выведен за пределы жилого (служебного) помещения или сооружения. Кроме того, вегетационный баллон, вегетационные сосуды и трубка для регулирования верхнего уровня выполнены из светонепроницаемого материала, инертного к воздействию питательного раствора. При этом таймер питания корневой системы снабжен схемой самозапуска.

Наличие дополнительно содержащихся вегетационных сосудов, каждый из которых выполнен в виде полого, ступенчато расширяющегося сверху цилиндра, установленных в отверстиях вегетационного баллона;

наличие отверстий, снабженных герметизирующими узлами, посредством которых в них установлены вегетационные сосуды, торцы которых находятся у дна баллона; наличие свободных отверстий вегетационного баллона с пробками - все это позволяет при помощи побудителя воздуха (компрессора) обеспечить (как и у прототипа) плавное, одновременное и (в отличие от прототипа) локальное поднятие и опускание уровня питательного раствора. Под указанной локальностью подразумевается местное (в пределах корневой системы растений) поднятие (обводнение корневой системы растений) или опускание (аэрация корневой системы растений) уровня питательного раствора при сравнительно небольшом изменении уровня питательного раствора в вегетационном баллоне, что является решением отдельной задачи 1.

Наличие узла управления режимами питания растений, включающего в себя таймер питания корневой системы, таймер аэрации корневой системы, выход цепи запуска которого подключен ко входу цепи запуска таймера питания корневой системы, выход цепи запуска которого подключен к входу цепи запуска таймера аэрации корневой системы; объединение и подключение исполнительных цепей таймеров питания и аэрации к управляющему входу коммутатора питания корневой системы и к управляющему входу коммутатора аэрации корневой системы. вы/од которого подключен к обмотке управления дренажного вентиля, выход коммутатора питания корневой системы подключен ко входу схемы регулирования производительности компрессора, управляющий вход которой выведен для регулирования потребителем, а выход подключен ко входу коммутатора управления компрессором; подключение входов коммутаторов питания и аэрации корневой системы к положительному полюсу низковольтного блока питания; подключение цепей питания таймеров питания и аэрации корневой системы к соответствующим полюсам низковольтного блока питания, - позволяет обеспечить стабильные, отдельно и мобильно перестраиваемые режимы питания и аэрации корневой системы растений в широком интервале времени (от 1 мин до нескольких часов), что необходимо при выращивании различных видов растений с учетом и в зависимости от воздействия внешних факторов на процесс выращивания (стадия вегетации, температура окружающего воздуха, продолжительность светового дня, время суток, освещенность, влажность воздуха, углекислотный режим и др.), что является решением отдельной задачи 2.

Наличие вегетационных сосудов, каждый из которых выполнен в виде полого, ступенчато расширяющегося сверху цилиндра, установленных в верхних отверстиях вегетационного баллона; установка вегетационных сосудов с помощью герметизирующих узлов; наличие пробок в свободных отверстиях вегетационного баллона - позволяет обеспечить необходимую расстановку (перестановку) вегетационных сосудов (вместе с ними и растений) на требуемые между ними расстояния в процессе их выращивания, т.е. обеспечить густоту выращивания растений, а также требуемые размер вегетационного сосуда (замена сосуда) под конкретный вид выращиваемого растения, что является решением отдельной задачи 3.

Наличие дополнительно содержащейся трубки для регулирования верхнего уровня установленной в верхнем отверстии вегетационного баллона посредством герметизирующего узла; размещение торца трубки у дна баллона: наличие регулятора верхнего уровня с датчиком, установленного на верхней части трубки с возможностью его свободного перемещения по трубке и фиксации в произвольной точке, - позволяет задавать необходимый верхний уровень питательного раствора в вегетационных сосудах (производить полное или частичное обводнение корневых систем растений или имитировать "окучивание" корнеплодов), что является решением отдельной задачи 4.

Наличие трубки нагнетания воздуха, установленной в верхнем отверстии вегетационного баллона посредством дополнительно содержащегося герметизирующего узла с возможностью перемещения трубки вдоль своей оси, позволяет:

а) применять для устройства "Vita" питательные растворы со взвешенными частицами (например водную вытяжку биогумуса калифорнийского червя), что обеспечивается перемешиванием питательного раствора нагнетаемым воздухом;

б) производить при необходимости ускорение окислительных процессов или насыщение кислородом питательного раствора;

в) производить подогрев питательного раствора (при необходимости) подачей нагретого воздуха;

г) устранять шум (отключать аэрацию питательного раствора) при эксплуатации устройства в жилых помещениях, например в жилой комнате в ночное время, что в целом является решением отдельной задачи 5.

Наличие дополнительно содержащихся вегетационных сосудов (в отличие от крючков у прототипа) позволяет обеспечивать возможность фиксирования в сосудах как корневые системы растений, так и применять различный посадочный материал (черенки, ростки, клубни, луковицы, корневища, рассаду и др.), что является решением отдельной задачи 6.

Совокупное решение указанных шести задач позволило получить основной технический результат - расширить область применения устройства как за счет расширения номенклатуры выращиваемых растений, так и за счет обеспечения возможности применения любого посадочного материала, обеспечения густоты выращивания растений, обеспечения на любом этапе выращивания необходимых и мобильно перестраиваемых режимов питания растений.

Кроме того, изобретение позволяет также достичь ряда дополнительных технических результатов.

Обеспечение локального (см. решение задачи 1) поднятия и опускания (самотеком) уровня питательного раствора дает возможность снизить энергопотребление устройства за счет уменьшения поднимаемой массы раствора.

Применение дополнительно содержащихся вегетационных сосудов, каждый из которых выполнен в виде полого, ступенчато расширяющегося вверх цилиндра, позволяет в значительной степени уменьшить площадь испарения питательного раствора в эксплуатируемое помещение или сооружение за счет резкого сужения сосуда. При этом подключение выходной полости дренажного вентиля к трубопроводу, выход которого выведен за пределы эксплуатируемого помещения или сооружения, - позволяет еще более расширить область применения устройства - эксплуатировать его в жилых или служебных помещениях, лабораториях, учебных заведениях и др., не влияя существенным образом на микроклимат и санитарные нормы внутри них.

Применение дополнительно содержащегося низковольтного блока питания, выполненного датчика регулятора верхнего уровня в виде электрического магнитоуправляемого контакта, свободная установка поплавка со встроенным постоянным магнитом внутрь трубки для регулирования верхнего уровня, выполненной из прозрачного для магнитного поля материала, - позволяет значительно повысить электробезопасность устройства (защиту обслуживающего персонала) за счет отсутствия контактной (гальванической) связи между питательным раствором (электролитом) и электрическими цепями устройства. Указанная связь при фиксировании верхнего уровня питательного раствора осуществляется посредством магнитного поля.

Применение линейки со шкалой количества питательного раствора в вегетационном баллоне, поперечные размеры которой меньше внутреннего диаметра трубки для регулирования верхнего уровня и снабжение идентифицированной шкалой управляющего входа (регулятора) схемы регулирования производительности компрессора. - дает возможность потребителю периодически и быстро корректировать (стабилизировать) время поднятия питательного раствора  $t_{зв}$  до заданного верхнего уровня по мере израсходования раствора в баллоне.

Применение светонепроницаемых материалов для выполнения вегетационного баллона, вегетационных сосудов и трубки для регулирования верхнего уровня, - делает возможным устранить развитие в питательном растворе водорослей, которые его истощают.

Применение материалов, инертных к воздействию питательного раствора, для выполнения вегетационного баллона, вегетационного сосуда, трубки для регулирования верхнего уровня, трубки нагнетания воздуха - позволяет поддерживать стабильный химический состав питательного раствора и предотвращает возникновение в растворе составляющих, которые отрицательно воздействуют на рост и развитие растений.

Применение таймера питания корневой системы, содержащего схему самозапуска при подаче на него питающего напряжения, позволяет автоматически возобновлять (начиная с режима питания корневой системы) работу устройства в аварийных ситуациях, связанных с временным исчезновением питающего напряжения.

На фиг. 1 изображена схема устройства;

на фиг. 2 приведена временная диаграмма работы устройства; на фиг. 3 приведен вариант выполнения быстроразъемного герметизирующего узла.

Устройство для выращивания растений "Vita" (фиг. 1) содержит: горизонтально расположенный вегетационный баллон 1 с отверстиями 2 в верхней его части и дренажным отверстием 3, сообщенным через трубопровод 4 с входной полостью дренажного вентиля 5, компрессор 6 с коммутатором управления 7, регулятор верхнего уровня 8 с датчиком 9, подключенным к управляющему входу 10 коммутатора управления 7 компрессором, трубку нагнетания воздуха 11, подключенную к выходной полости компрессора 6, вегетационные сосуды 12. Каждый из сосудов 12 выполнен в виде полого, ступенчато расширяющегося вверх цилиндра. Отверстия 2 снабжены герметизирующими узлами 13, посредством которых в них установлены вегетационные сосуды 12, трубка для регулирования верхнего уровня 14, торцы которых находятся у дна вегетационного баллона 1. Трубка нагнетания воздуха 11 установлена с возможностью перемещения ее вдоль своей оси. Свободные отверстия 2 вегетационного баллона 1 снабжены пробками 15. Регулятор верхнего уровня 8 установлен на верхней части трубки для регулирования верхнего уровня 14 с возможностью его перемещения по трубке 14 и фиксации в произвольной точке.

Узел управления режимами питания растений 16 содержит таймер питания корневой системы 17 и таймер аэрации корневой системы 18, включенные по цепи запуска в кольцевую схему. Исполнительные выходы таймера питания 17 и таймера аэрации 18 объединены и подключены к управляющему входу 19 коммутатора питания корневой системы 20 и к управляющему входу 21 коммутатора аэрации корневой системы 22, выход которого подключен к обмотке управления 23 дренажного вентиля 5. Выход коммутатора питания корневой системы 20 подключен к входу схемы 24 регулирования производительности компрессора, управляющий вход 25 которой выведен для регулирования потребителем, а выход подключен ко входу коммутатора управления 7 компрессором 6. Входы коммутаторов питания 20 и аэрации 22 корневой системы подключены к положительному полюсу низковольтного блока питания 26. Цепи питания таймеров питания 17 и аэрации 18 корневой системы подключены к соответствующим полюсам низковольтного блока питания 25. Датчик верхнего уровня 9 выполнен в виде электрического магнитоуправляемого контакта. Внутри трубки для регулирования верхнего уровня 14 свободно установлен поплавок 27 со встроенным в него постоянным магнитом 28. Трубка для регулирования верхнего уровня 14 выполнена из прозрачного для магнитного поля материала. Устройство снабжено линейкой 29 со шкалой количества питательного раствора в вегетационном баллоне 1, поперечные

размеры которой меньше внутреннего диаметра трубки для регулирования верхнего уровня 14. Управляющий вход 25 схемы 24 регулирования производительности компрессора снабжен шкалой (не показано) количества питательного раствора в вегетационном баллоне 1. Выходная полость дренажного вентиля 5 подключена к трубопроводу 4, выход которого выведен за пределы жилого (служебного) помещения или сооружения. Вегетационный баллон 1, вегетационные сосуды 12 и трубка для регулирования верхнего уровня 14 выполнены из светонепроницаемого материала, инертного к воздействию питательного раствора. Таймер питания корневой системы 17 снабжен схемой самозапуска (не показано), подключенной к цепи подачи питающего напряжения.

Герметизирующий узел 13 многовариантен. Пример (фиг. 3) выполнения герметизирующего узла, обеспечивающего быструю перестановку вегетационных сосудов 12 в процессе выращивания растений, содержит: втулку 30, гайку 31, шайбу 32, уплотнительные прокладки 33, гайку с наружной резьбой 34, резиновый герметизирующий манжет 35 (деформация манжета вегетационным сосудом 12 условно не показана).

На временной диаграмме работы устройства (фиг. 2) изображено:

1 - сигнал на управляющие входы 19 и 21 коммутаторов 20 и 22;

2 - реакция коммутатора 20 питания корневой системы на управляющий сигнал, где: 1 - замкнут, 0 - разомкнут;

3 - реакция коммутатора 22 аэрации корневой системы на управляющий сигнал, где: 1 - замкнут, 0 - разомкнут;

4 - подъем, выдержка и слив питательного раствора;

$t_{зв\gamma}$  - время подъема питательного раствора до заданного верхнего уровня (ЗВУ);

$t_{вп}$  - время выдержки корневой системы роста в питательном растворе;

$t_c$  - время слива питательного раствора в вегетационный баллон 1;

$t_n$  - время, заданное потребителем на таймере питания корневой системы 17;

$t_a$  - время, заданное потребителем на таймере аэрации корневой системы 18;

$t_{ц}$  - время одного цикла работы устройства.

Устройство работает следующим образом:

Исходное состояние: Корневую систему растения или посадочный материал (не показано) размещают в вегетационном сосуде 12. Потребитель задает необходимый верхний уровень (ЗВУ) питательного раствора в вегетационном сосуде 12, перемещая и фиксируя регулятор верхнего уровня 8 на трубке для регулирования верхнего уровня 14. В обесточенном состоянии устройства дренажный вентиль 5 закрыт, коммутатор управления 7 компрессором 6 замкнут, схема 24 регулирования производительности компрессора настроена потребителем по шкале (не показано) регулятором управляющего входа 25. При этом на шкале устанавливается значение количества питательного раствора в вегетационном баллоне 1, которое определяется потребителем при помощи измерительной линейки 29, погружаемой в отверстие трубки для регулирования верхнего уровня 14 до соприкосновения с поплавком 27, а шкалы регулятора и линейки идентифицированы. Электрический магнитоуправляемый контакт датчика 9 верхнего уровня находится в нормальном состоянии. Поплавок 27 находится на уровне питательного раствора, залитого в вегетационный баллон 1.

При подаче входного напряжения на низковольтный блок питания 26 схема самозапуска (не показано), например дифференцирующая RC-цепочка, подключенная к напряжению источника питания 26, вырабатывает импульс запуска и запускает таймер питания корневой системы 17, который сигналом по управляющему входу 19 замыкает коммутатор питания корневой системы 20, а по управляющему входу 21 размыкает коммутатор аэрации корневой системы 22. При этом включается компрессор 6, нагнетая воздух через трубопровод 4 и трубку нагнетания воздуха 11 в вегетационный баллон 1. Избыточное давление в вегетационном баллоне 1 вытесняет питательный раствор в вегетационный сосуд 12, а также во внутреннюю полость трубки для регулирования верхнего уровня 14, поднимая поплавок 27. При достижении поплавком 27 заданного верхнего уровня (ЗВУ) срабатывает датчик 9 верхнего уровня, который подает сигнал на управляющий вход 10 коммутатора управления 7 компрессором, отключая его. ЗВУ питательного раствора автоматически будет поддерживаться до тех пор, пока коммутатор питания корневой системы 20 находится в замкнутом состоянии. По истечении интервала времени, заданного потребителем на таймере питания корневой системы 17, исполнительная цепь этого таймера выдает сигнал на управляющий вход 19 коммутатора питания корневой системы 20 и на управляющий вход 21 коммутатора аэрации корневой системы 22, а по цепи запуска - запускает таймер аэрации корневой системы 18. При этом коммутатор 20 размыкается, а коммутатор 22 замыкается, подключая обмотку управления 23 дренажного вентиля 5 к положительному полюсу низковольтного блока питания 26 и открывает дренажный вентиль 5. Сжатый воздух, накопленный в вегетационном баллоне 1, стравливается через дренажное отверстие 3, дренажный вентиль 5 и трубопровод 4 за пределы помещения, питательный раствор из вегетационных сосудов 12 самотеком сливается в вегетационный баллон 1, а поплавок 27 опускается вниз. Электрический магнитоуправляемый контакт датчика верхнего уровня 9 возвращается в нормальное состояние, а коммутатор управления 7 компрессором замыкается, подготавливая цепь включения компрессора 6 к очередному циклу. По истечении интервала времени, заданного потребителем на таймере аэрации корневой системы 18, исполнительная цепь этого таймера выдает сигнал на управляющий вход 19 коммутатора питания корневой системы 20 и на управляющий вход 21 коммутатора аэрации корневой системы 22, а по цепи запуска - запускает таймер питания корневой системы 17. Коммутатор питания корневой системы 20 замыкается, а коммутатор аэрации корневой системы 22 размыкается и приводит дренажный вентиль 5 в закрытое состояние. Включается компрессор 6, цикл повторяется.

В процессе выращивания растений потребитель поддерживает (стабилизирует) необходимые временные интервалы и их соотношения (фиг. 2). Стабильность временных интервалов питания корневой системы  $t_n$  и

аэрации корневой системы  $t_a$  обеспечиваются за счет инструментальной погрешности таймеров 17 и 18, соответственно (например  $\pm 5\%$ ). Значение времени  $t_{зв}$  рассчитывается и закладывается при конструировании устройства (например, 1 мин) и поддерживается потребителем при помощи схемы 24 регулирования производительности компрессора. Для этого потребитель периодически (например, каждые 3-5 дней) проверяет измерительной линейкой 29 количество питательного раствора в вегетационном баллоне 1 и по результату замера корректирует положение регулятора управляющего входа 25 схемы 24 по шкале (не показано). Измерение линейкой производится в момент времени  $t_a$ , при котором весь раствор слит в вегетационный баллон 1. Стабилизация интервала времени  $t_{зв}$  обеспечивает стабильность значения интервала времени  $t_{ап}$  равного разности значений временных интервалов  $t_n$  и  $t_{зв}$ .

При проведении работ по обеспечению необходимой густоты выращивания растений, вегетационные сосуды 12 вместе с растениями перемещают в необходимые отверстия вегетационного баллона 1, свободные герметизирующие узлы 13 закрывают пробками 15.

При необходимости отключения аэрации питательного раствора нижний торец трубки нагнетания воздуха 11 располагают в верхней части вегетационного баллона 1

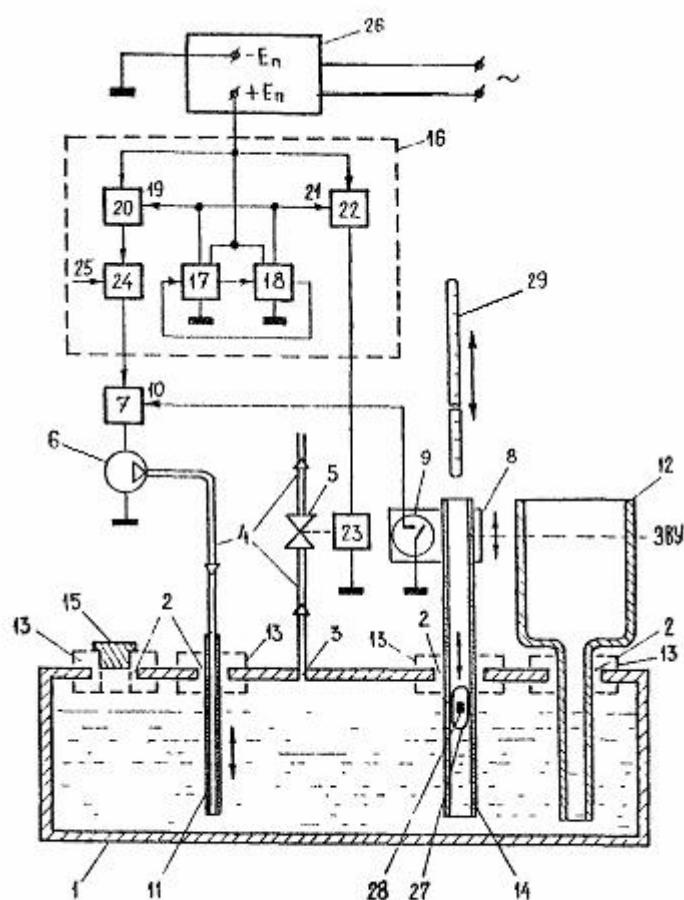
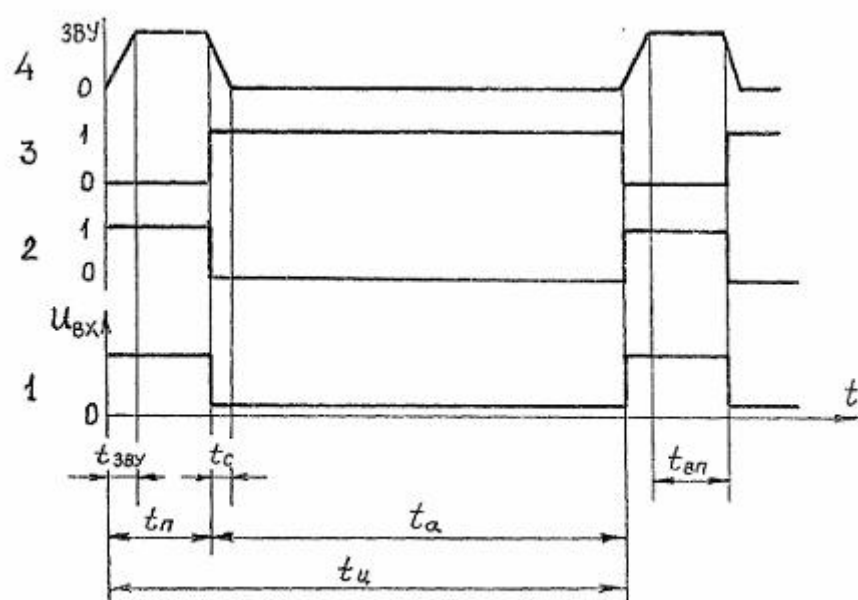
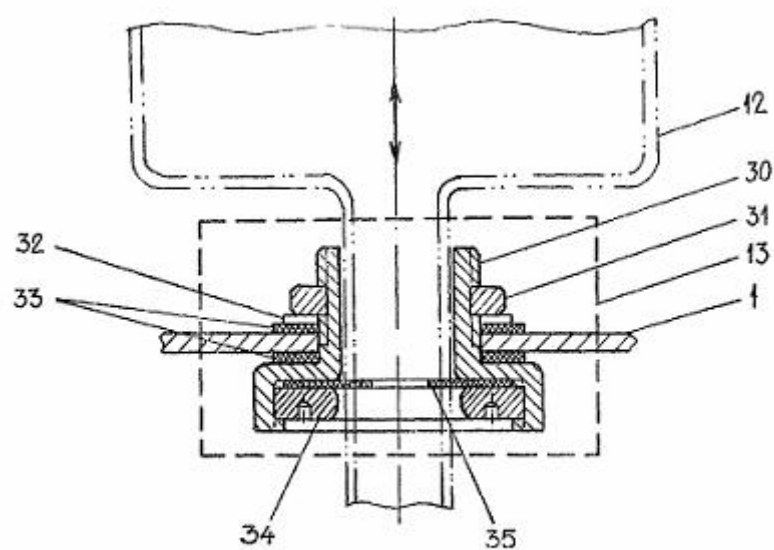


Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 3